

ВЛИЯНИЕ ТЕРМОБАРИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ
НА ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СПЛАВА ГЕЙСЛЕРА $\text{Ni}_{45}\text{Mn}_{44}\text{In}_{11}$

Ключевые слова: термобарическая обработка (ТБО), сплавы Гейслера, магнетокалорический эффект, электрические и магнитные свойства.

Магнитные материалы, в которых наблюдается магнетокалорический эффект (МКЭ), могут быть использованы в качестве рабочего тела в магнитных рефрижераторах, поэтому их синтез и изучение физических свойств представляют собой большой научный и практический интерес. Магнитные свойства сплава тесно связаны с его структурным состоянием, изменить которое можно применением различных методов пластической деформации, а также термобарической обработки (ТБО). ТБО представляет собой обработку материалов в условиях высокой температуры (до 2000 К) и высокого квазигидростатического давления (до 10 ГПа). В качестве объекта исследования в данной работе был выбран сплав Гейслера $\text{Ni}_{45}\text{Mn}_{44}\text{In}_{11}$, поскольку в сплавах этой системы наблюдается достаточно большой МКЭ [1]. Целью данной работы было исследование влияния ТБО на физические свойства: электросопротивление, намагниченность, а также на магнетокалорический эффект.

Сплав $\text{Ni}_{45}\text{Mn}_{44}\text{In}_{11}$ был приготовлен в дуговой печи в инертной атмосфере. Полученные слитки были подвергнуты отжигу при температуре 1100 К в течение 24 часов с последующим охлаждением в печи. Элементный анализ проводился с помощью сканирующего электронного микроскопа с автоэмиссионным катодом. Рентгеноструктурные исследования выявили присутствие во всех образцах структуры L2_1 . Термобарическую обработку проводили на гидравлическом прессе ДО-137А со стандартной камерой высокого давления типа «тороид» при следующих условиях: давление $P = 9$ ГПа, температура $T = 1100$ °С, время выдержки $\tau = 15$ мин. Измерения электросопротивления выполнялись в интервале температур 4,2–300 К стандартным четырехзондовым методом. Измерения

намагниченности проводились на СКВИД-магнетометре (MPMS XL7, Quantum Design) при температурах 4,2–330 К в магнитных полях до 1 Т.

В результате проведенных исследований установлено, что применение ТБО существенно изменяет микроструктуру сплава, величину и вид температурных зависимостей электросопротивления, а также влияет на магнетокалорический эффект. Хотя величина изменения магнитной энтропии ΔS_M до и после термобарической обработки практически не меняется, $\Delta S_M \approx 0,4$ Дж/(кг · К), но наблюдается значительное смещение максимума ΔS_M по температурной шкале с 200 К до 300 К.

Работа выполнена в рамках в рамках государственного задания ФАНО России (тема «Спин», № 01201463330) при частичной поддержке РФФИ (проекты № 15-02-06686) и Комплексной программы УрО РАН (проект № 15-17-2-12).

ЛИТЕРАТУРА

1. Applied Physics Letters / Pathak A. K. [et al.] / American Institute of Physics. 2007. Vol. 90. № 26.



**Материалы докладов XVII региональной
научно-технической конференции
«СВАРКА И РОДСТВЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ»**

ОРГКОМИТЕТ КОНФЕРЕНЦИИ

Председатель:

М. П. Шалимов, проф., д-р техн. наук (УрФУ)

Заместитель председателя:

А. М. Фивейский, доц., канд. техн. наук. (УрФУ)

Члены оргкомитета:

М. А. Шолохов, д-р техн. наук (ООО «ШТОРМ»)

Е. Б. Вотинова, доц., канд. техн. наук (УрФУ)

Учёный секретарь конференции:

Д. С. Бузорина, канд. техн. наук (УрФУ)